

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

1. Teknik Pengumpulan Data

- a. Studi Eksperimental, yaitu dengan melakukan eksperimen pembuatan benda uji secara langsung.
- b. Studi Pustaka (*library research*), yaitu dengan melakukan kajian terhadap berbagai literature terhadap penelitian ini.
- c. Wawancara terhadap ahli laboratorium tentang cara penggunaan alat dan bahan laboratorium bahan dengan benar.
- d. Analisis data ini menggunakan sidik keragaman atau Anova..

2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah peneltian eksperimen yang menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) atau Anova. Dalam metode RAL ini digunakan 3 perlakuan yaitu:

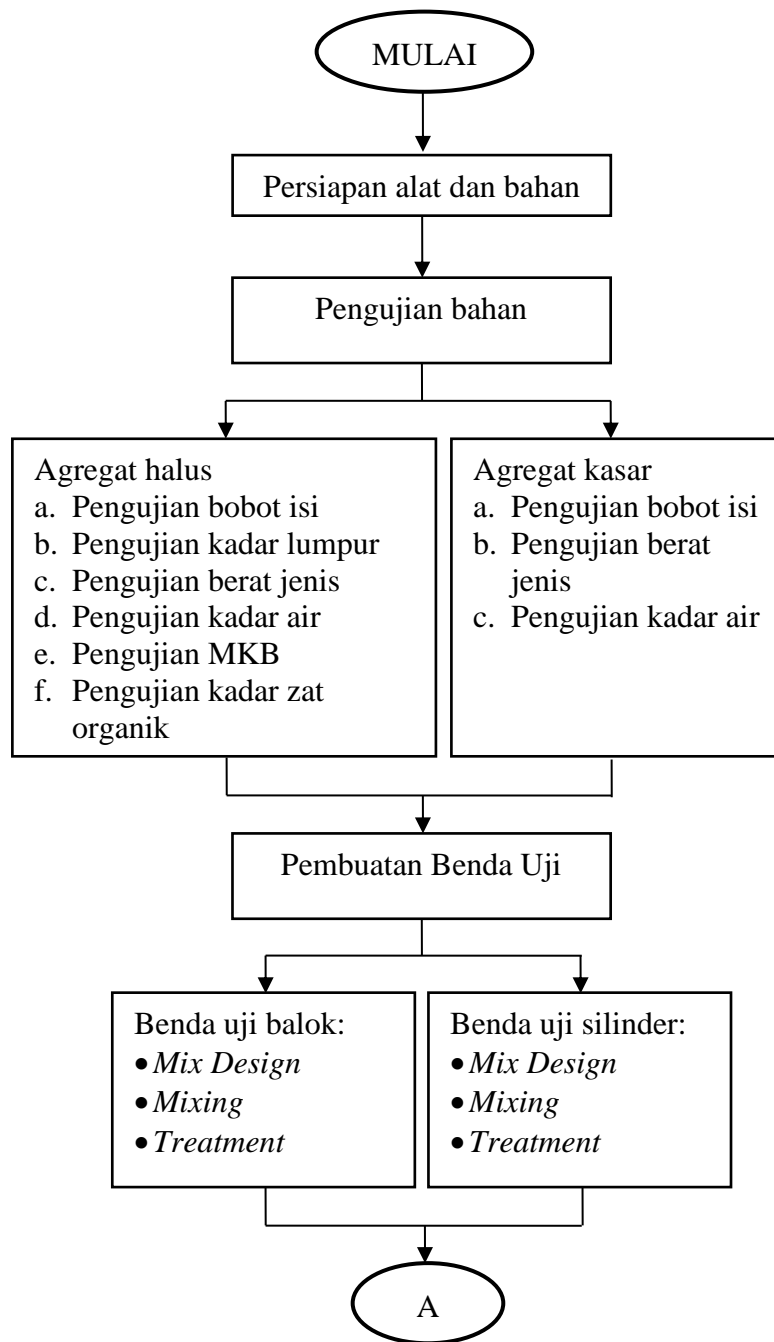
SN : Balok Sambungan Siku Tanpa Bahan Tambah

SB : Balok Sambungan Siku Dengan Bahan Tambah Perekat

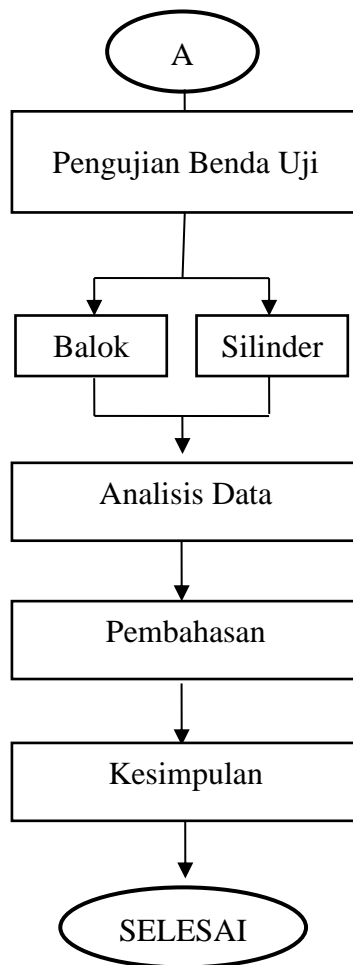
F0 : Balok Kontrol

3. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dimulai dengan persiapan alat, pengujian bahan, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, analisis data, pembahasan dan kesimpulan. Berikut disajikan diagram alir penelitian:



Gambar 21. Diagram Alir Penelitian



Gambar 22. Diagram Alir Penelitian

4. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah hal yang ditetapkan oleh peneliti oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh data untuk kemudian ditarik kesimpulannya. Variabel-variabel tersebut antara lain:

a. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang dapat mempengaruhi atau menjadi penyebab timbulnya variabel terikat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu jenis sambungan yang digunakan.

b. Variabel kontrol/pengendali

Variabel kontrol/pengendali adalah variabel yang dibuat konstan sehingga pengaruh variabel bebas dan variabel terikat tidak dipengaruhi

faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol/pengendali pada penelitian ini yaitu umur pengujian spesimen.

c. Variabel terikat

Variabel terikat variabel yang merupakan akibat adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu hasil kuat lentur beton.

B. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, pada bulan Agustus 2017 – Januari 2018.

C. Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk pengujian material dan pembuatan benda uji. Adapun peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Timbangan

a. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram

Timbangan yang digunakan memiliki ketelitian sampai 0,01 gram dengan kapasitas 100 gram. Timbangan ini digunakan untuk menimbang bahan penyusun campuran beton (krikil, pasir, dan semen) pada saat dilakukan pengujian.

b. Timbangan dengan ketelitian 1 gram

Timbangan ini digunakan untuk menimbang bahan-bahan penyusun beton (air, kerikil, pasir, dan semen) dengan kapasitas 25 kg.

c. Timbangan

Timbangan ini digunakan untuk menimbang pasir dan kerikil dalam jumlah maupun untuk menimbang benda uji berupa silinder dan balok dengan kapasitas 50 kg.

2. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur kebutuhan jumlah air yang diperlukan dalam satu campuran adukan beton. Dalam penelitian ini gelas

ukur juga digunakan untuk pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar. Gelas ukur yang digunakan memiliki kapasitas 250 ml.

3. Oven

Oven digunakan untuk menguji kandungan kadar air, kadar lumpur dalam agregat halus dan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian. Pengovenan dilakukan selama 24 jam dengan suhu 105° C.

4. Ayakan

a. Ayakan Agregat Halus

Ayakan ini digunakan untuk mengetahui gradasi pada agregat halus.



Gambar 23. Ayakan Agregat Halus

b. Ayakan Agregat Kasar

Ayakan ini digunakan untuk mengetahui gradasi pada agregat kasar.



Gambar 24. Ayakan Agregat Kasar

5. Mesin adukan beton

Mesin aduk beton digunakan untuk mencampur dan mengaduk bahan penyusun beton. Alat ini bergerak berputar dengan menggunakan tenaga listrik dan memiliki kapasitas 100 m³ untuk sekali pengecoran.



Gambar 25. Mesin Adukan Beton

6. Alat Uji Slump

Alat ini digunakan untuk menguji nilai slump pada beton segar. Ukuran alat uji slump menurut SNI 1972-2008:

- a. Ukuran lubang atas kerucut Abram $102 \pm 3,2$ mm, tinggi kerucut $305 \pm 3,2$ mm, alas kerucut $203 \pm 3,2$ mm
- b. Panjang batang penusuk 600 mm dengan diameter 16 mm



Gambar 26. Alat Uji Slump

7. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur tingginya nilai slump. Nilaislump adalah perbedaan permukaan beton segar dengan kerucut abrams.

8. Cetakan Balok Beton

Cetakan beton yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan bekesting kayu yang telah dibuat menggunakan multiplek 18 mm berbentuk balok dengan panjang 50 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 10 cm.



Gambar 27. Cetakan Balok Beton

9. Cetakan Silinder Beton

Cetakan silinder beton yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan cetakan besi yang tersedia di bengkel batu UNY dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.



Gambar 28. Cetakan Silinder Beton

10. Jangka Sorong

Jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm digunakan untuk mengukur dimensi benda uji. Pengukuran dilakukan terhadap diameter dan tinggi benda uji.

11. Palu

Palu ini digunakan untuk melepas bekesting agar balok beton dapat dikeluarkan.

12. Alat lainnya

Alat lainnya yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggaris, ember, kuas, cetok, sendok, mangkuk, piring seng, kotak seng, dll.

D. Bahan

Untuk kelancaran penelitian beberapa bahan yang digunakan untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Semen Pozzolan Portland Cemen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tipe 1 yaitu Pozzolan Portland Cemen (PPC) merk Gresik kemasan 40 kg. Pozolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuk yang halus dan dengan adanya air maka senyawa- senyawa tersebut akan bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu normal membentuk senyawa kalsium hidrat yang bersifat hidraulis dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah.

2. Agregat

a. Agregat Halus (pasir)

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini diambil dari Merapi. Sebelum digunakan agregat halus ini terlebih dahulu di uji kadar air, kadar lumpur, kadar zat organik, berat jenis, dan Modulus Kehalusan Butir (MKB).

b. Agregat Kasar (kerikil)

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini merupakan terdiri dari agregat kasar yang diambil dari daerah Krasak. Sebelum digunakan agregat kasar ini terlebih dahulu di uji kadar air, berat jenis, dan bobot isi.

3. Air

Air yang digunakan untuk bahan campur pembuatan beton dan untuk pengujian beton selama masa perendaman berasal dari laboratorium bahan bangunan jurusan PT. Sipil dan Perencanaan FT UNY.

4. Bahan Tambah

Penyambungan sambungan pada balok beton pada penelitian ini menggunakan bahan tambah perekat beton yaitu *SikaCim Bonding Adhesive* guna untuk merekatkan antara beton lama dan beton baru.



Gambar 29. Bahan Tambah Perekat *SikaCim Bonding Adhesive*

E. Pengujian dan Analisis Data

1. Pengujian Agregat Halus

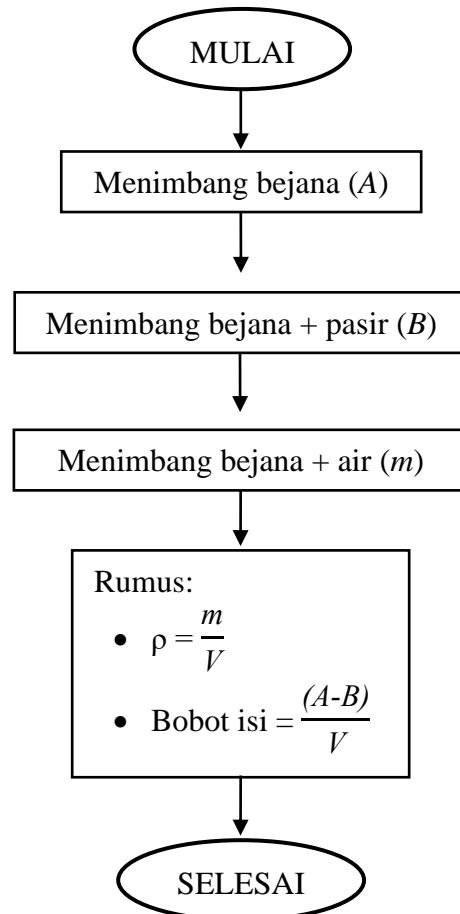
a. Pengujian bobot isi

Alat dan bahan:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- 2) Bejana

- 3) Piring
- 4) Sendok
- 5) Pasir
- 6) Air

Langkah pengujian:



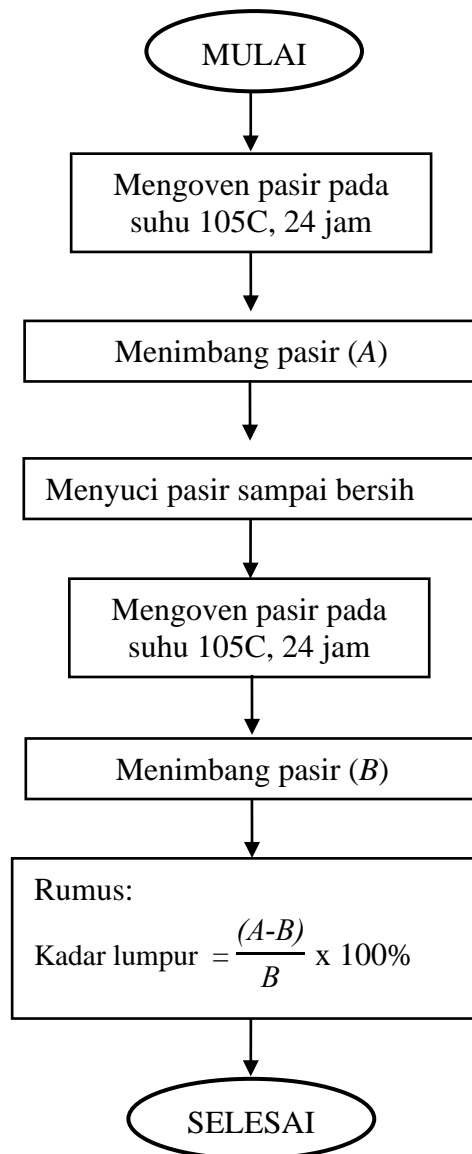
Gambar 30. Pengujian Bobot Isi Agregat Halus

b. Pengujian kadar lumpur

Alat dan bahan:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Oven
- 3) Piring
- 4) Sendok
- 5) Pasir
- 6) Air

Langkah pengujian:



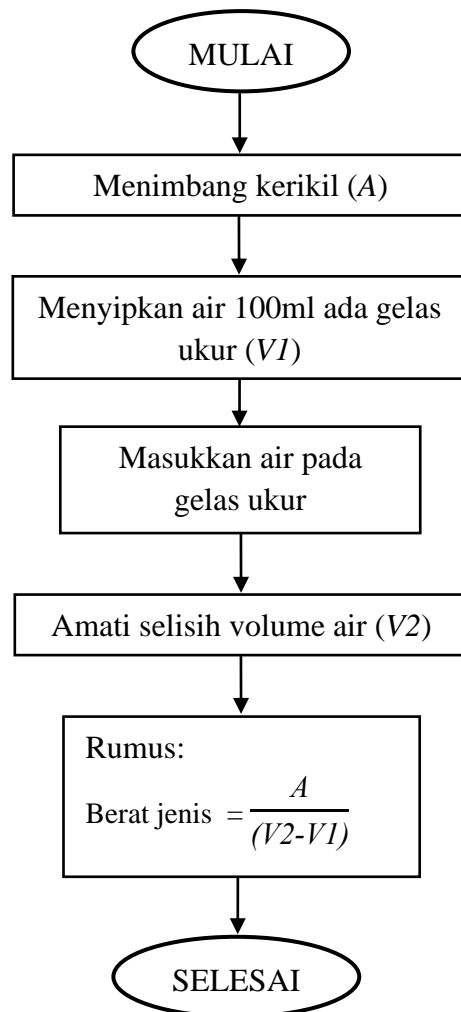
Gambar 31. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

c. Pengujian berat jenis

Alat dan bahan:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Gelas ukur
- 3) Piring
- 4) Sendok
- 5) Pasir
- 6) Air

Langkah pengujian:



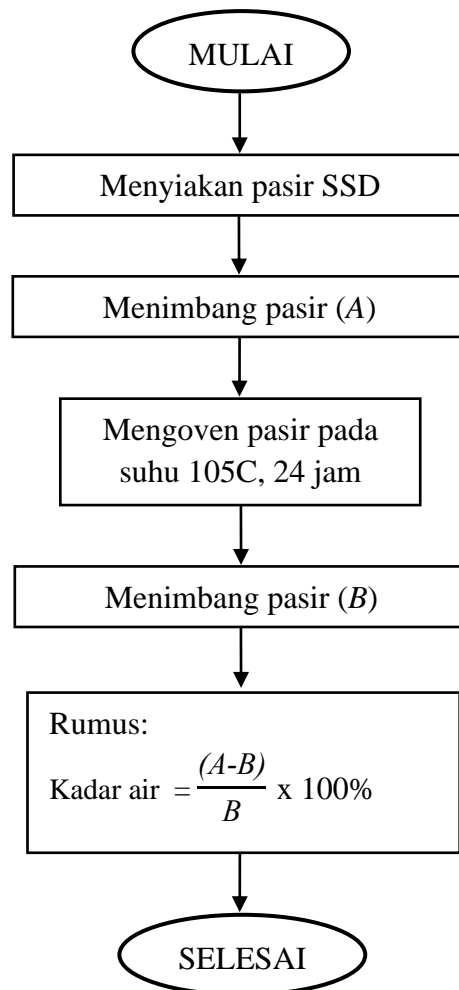
Gambar 32. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

d. Pengujian kadar air (pasir SSD dan jenuh)

Alat dan bahan:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Oven
- 3) Piring
- 4) Sendok
- 5) Pasir
- 6) Air

Langkah pengujian:



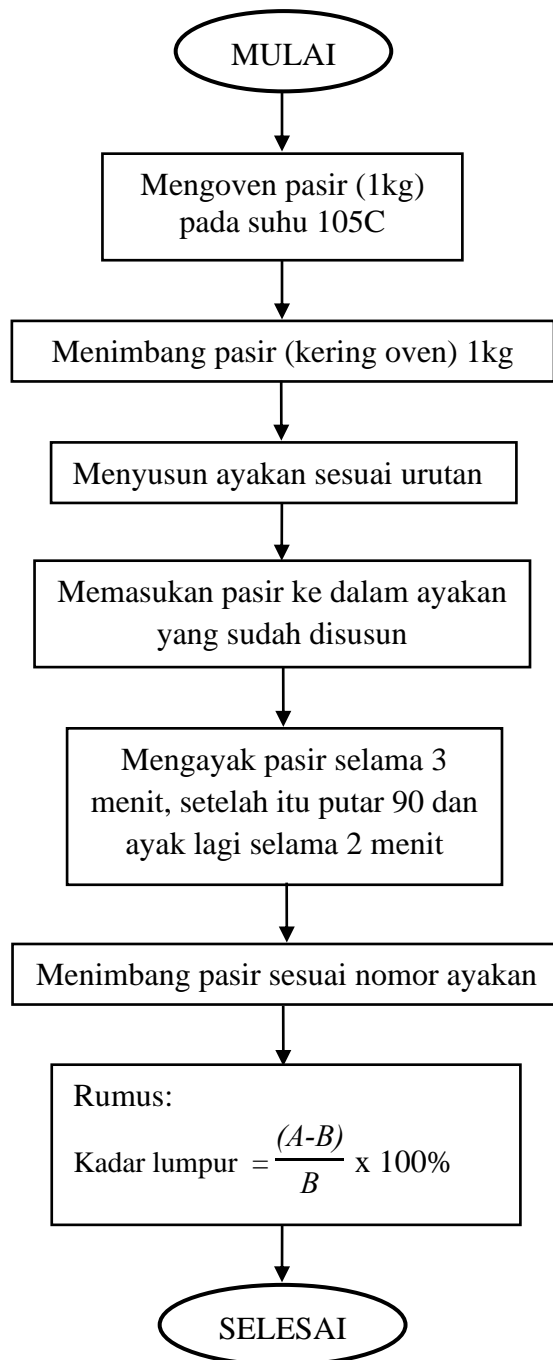
Gambar 33. Pengujian Kadar Air Agregat Halus

e. Pengujian modulus kehalusan butir (MKB)

Alat dan bahan:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Oven
- 3) Ayakan ukuran 9,6 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm dan 0,15 mm
- 4) Piring
- 5) Sendok
- 6) Pasir

Langkah pengujian:



Gambar 34. Pengujian MKB

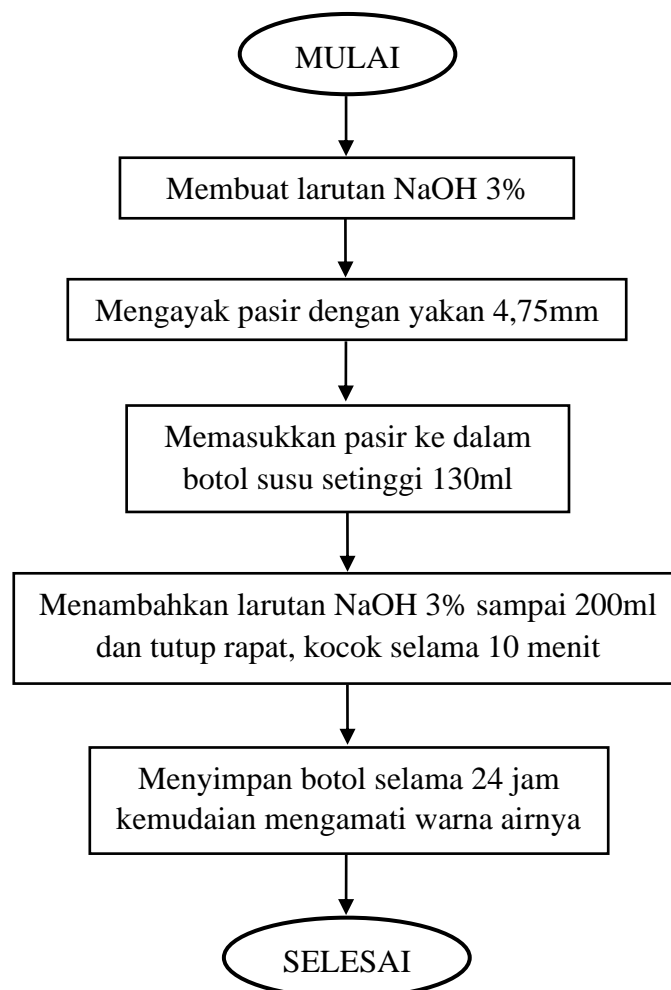
f. Pengujian kadar zat organik

Alat dan bahan:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Botol susu

- 3) Piring
- 4) Sendok
- 5) Ayakan 4,75 mm
- 6) Gelas ukur
- 7) Pasir
- 8) Air
- 9) NaOH

Langkah pengujian:



Gambar 35. Pengujian Kadar Zat Organik

2. Pengujian Agregat Kasar

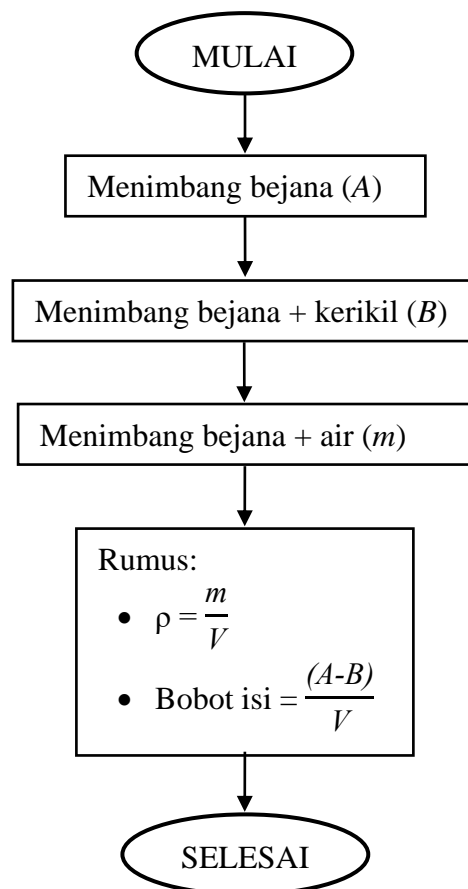
a. Pengujian bobot isi

Alat dan bahan:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram

- 2) Bejana
- 3) Piring
- 4) Sendok
- 5) Kerikil
- 6) Air

Langkah pengujian:



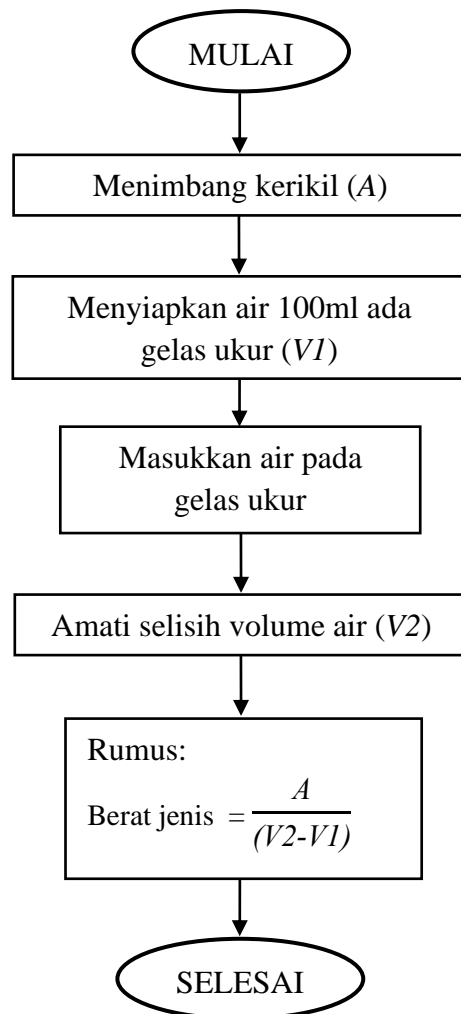
Gambar 36. Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar

b. Pengujian berat jenis agregat kasar

Alat dan bahan:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Gelas ukur
- 3) Piring
- 4) Sendok
- 5) Kerikil
- 6) Air

Langkah pengujian:



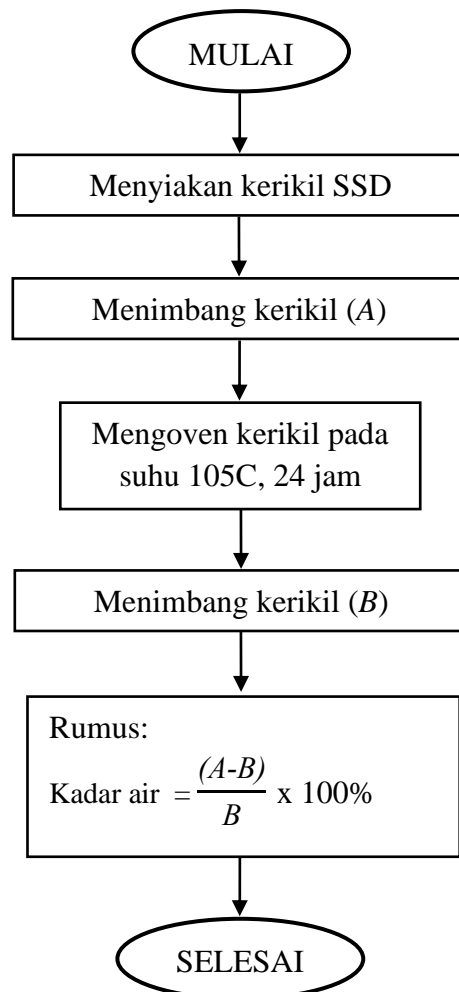
Gambar 37. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

c. Pengujian kadar air (SSD dan jenuh)

Alat dan bahan :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Oven
- 3) Piring
- 4) Sendok
- 5) Kerikil
- 6) Air

Langkah pengujian :



Gambar 38. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

3. Pembuatan Benda Uji

Dalam pembuatan benda uji ada beberapa langkah pekerjaan yang harus dilakukan dengan sungguh-sungguh dan teliti. Dalam pembuatan beton, bahan-bahan yang digunakan harus diuji terlebih dahulu dan pencampurannya harus sesuai dengan *mix design*. Adapun langkah-langkah pembuatan benda uji yaitu:

a. Menyiapkan alat dan bahan

- 1) Menyiapkan agregat kasar dan agregat halus yang sudah direndam selama 24 jam



Gambar 39. Membuat SSD Agregat Halus

- 2) Menimbang agregat kasar, agregat halus, semen dan air



Gambar 40. Menimbang Agregat Kasar dan Halus

- 3) Menyiapkan bekisting balok dan silinder



Gambar 41. Menyiapkan Bekesting Balok

- 4) Menyiapkan mesin adukan beton, kerucut abrams, penumbuk, meteran, kotak seng.



Gambar 42. Menyiapkan Mesin Adukan Beton

b. Proses pembuatan beton

- 1) Menyalakan mesin adukan beton, kemudian membasahi dan membersihkan mesin adukan beton, kotak seng, dan kerucut abrams. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pencampuran bahan (bahan tidak menempel di pinggiran molen yang menyebabkan campuran menjadi tidak homogen).
- 2) Memasukkan material satu persatu secara berurutan dan dimasukkan sedikit demi sedikit, hal ini bertujuan agar adukan dalam molen tercampur dengan merata, adapun urutan-urutan memasukkan material yaitu mulai dari:

a) Memasukkan sedikit demi sedikit agregat halus



Gambar 43. Memasukkan Agregat Halus ke Mesin Adukan Beton

b) Memasukkan sedikit demi sedikit semen



Gambar 44. Memasukkan Semen ke Mesin Adukan Beton

c) Memasukkan sedikit demi sedikit agregat kasar



Gambar 45. Memasukkan Agregat Kasar ke Mesin Adukan Beton

d) Memasukkan sedikit demi sedikit air.



Gambar 46. Memasukkan Air ke Mesin Adukan Beton

Setelah urutan-urutan pencampuran bahan dilakukan, adukan yang sudah ada di mesin molen dicek apakah sudah homogen atau belum. Setelah sudah homogen maka mesin molen dimatikan.

3) Menuang adukan dari mesin adukan beton ke kotak seng, setelah campuran agregat kasar, agregat halus, semen dan air sudah

homogen mesin adukan beton dimatikan kemudian adukan dituang kekotak seng yang sudah disiapkan di bawah mesin pengaduk.



Gambar 47. Menuang Beton

- 4) Mengukur nilai slump, adapun cara untuk mengukur nilai slump adalah:
 - a) Menyiapkan kerucut abrams dan membasahi dengan air
 - b) Memasukkan adukan beton kedalam kerucut abrams sebanyak $\frac{1}{3}$ dari tinggi kerucut abrams menggunakan cetok, kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali menggunakan penumbuk besi. Memasukkan kembali adukan sebanyak $\frac{2}{3}$ dari tinggi kerucut abrams dan ditumbuk sebanyak 25 kali. Memasukkan kembali adukan ke dalam kerucut abrams sampai penuh dan ditumbuk sampai 25 kali. Kerucut abrams diisi kembali dengan adukan beton sampai penuh.
 - c) Keadaan tersebut didiamkan selama 30 detik dengan keadaan kerucut abrams tetap dipegang.
 - d) Mengangkat kerucut ke arah vertikal dengan hati-hati agar tidak mengenai adukan yang ada di dalam kerucut abrams.
 - e) Mengukur, mencatat dan mendokumentasi berapa penurunan adukan dari kerucut abrams.



Gambar 48. Hasil Nilai Slump

5) Pencetakan Benda Uji

Pada saat bersamaan dengan pengukuran nilai slump, adukan juga dimasukkan kedalam bekesting balok yang sudah diberi skat sambungan untuk dicetak menjadi beton. Proses memasukkan adukan kedalam cetakan sama padas aat memasukkan adukan kedalam kerucut abrams $1/3$ ditumbuk ditumbuk 25 kali, tambahkan lagi sampai $2/3$ ditumbuk kembali sebanyak 25 kali, dan diisi penuh kemudian ditumbuk 25 kali lagi. Setelah proses penumbukan sebanyak 75 kali selesai adukan di dalam cetakan dipenuhi agar dapat dihaluskan dengan penggaris besi yang dihasilkan permukaannya menjadi bagus dan rata dan tidak perlu dilakukan pengkapingan. Setelah proses pencetakan selesai, beton yang ada di dalam cetakan didiamkan selama 24 jam hal ini bertujuan untuk proses pembentukan benda uji. Pada proses tersebut beton di diamkan di tempat yang terlindung dari sengatan sinar matahari langsung agar proses pengeringan dapat berjalan bertahap dan beton yang dihasilkan nantinya juga tidak retak-retak.



Gambar 49. Menuang Beton ke Bekesting

6) Pembongkaran Beton

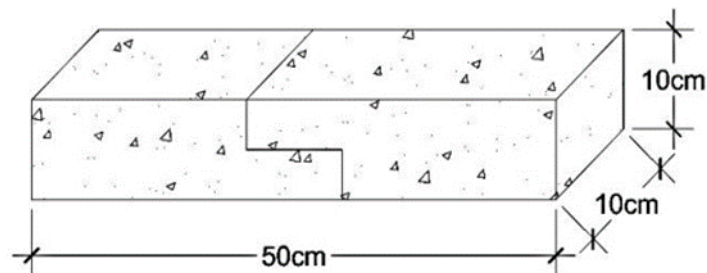
Setelah beton di dalam bekesting didiamkan selama 24 jam, maka bekesting beton dibuka dengan cara memukul bekesting hingga balok beton terlepas.

7) Perawatan beton

Setelah beton dilepas dari bekesting maka perawatan yang dilakukan dengan cara menutupi balok dengan karung goni yang sudah dibasahi dengan air sebagai pengganti proses perndaman agar permukaan beton segar selalu dalam keadaan lembab. Dalam penelitian ini proses perendaman dilakukan sesuai dengan umur beton yaitu 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari pada bengkel batu disamping laboratorium bahan bangunan PT. Sipil dan Perencanaan FT UNY.

4. Benda Uji dan *Set-Up* Penelitian

Benda uji dan *Set-Up* penelitian disajikan dalam gambar dibawah ini:

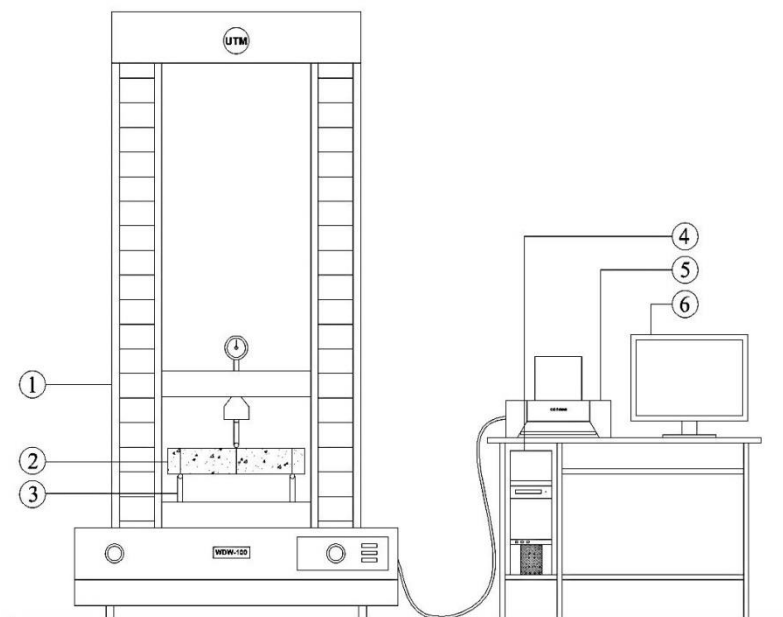


Keterangan:

SN : Sambungan Siku Normal

SB : Sambungan Siku dengan Bahan Tambah

Gambar 50. Sambungan Balok SN dan SB



Keterangan:

1 : Mesin UTM WDW-100 kapasitas 100 kN

2 : Benda Uji Balok

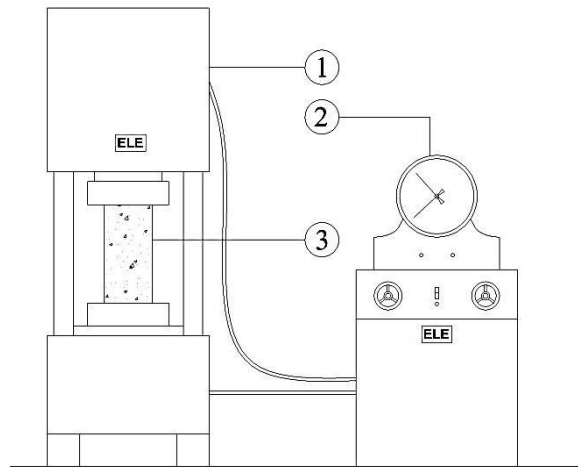
3 : Tumpuan

4 : CPU

5 : Printer

6 : Monitor

Gambar 51. *Set-up* Pengujian Balok



Keterangan:

- 1 : Mesin Hidrolik Pump kapasitas 200Ton
- 2 : Dial
- 3 : Benda Uji Silinder

Gambar 52. *Set-up* Pengujian Silinder

5. Tahapan Penelitian

Pengujian kuat lentur beton dilakukan dengan memberi gaya tekan maksimal pada beton dengan arah vertikal

- a. Menimbang beton
- b. Mengukur dimensi beton
- c. Menyiapkan dan *setting* alat UTM



Gambar 53. Alat UTM WDW-100

d. Menggambar garis tumpuan dan garis as pada beton yang akan diuji



Gambar 54. Gambar Garis Tumpuan Dan Garis As Pada Beton

e. Menguji kuat lentur beton



Gambar 55. Uji Kuat Lentur Beton

f. Menghitung jarak retakan beton dengan garis tumpuan



Gambar 56. Jarak Retakan Beton Dengan Garis Tumpuan

6. Analisis data

Pengujian kuat lentur beton dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, 28 hari. Setelah dilakukan pengujian benda uji dan

didapatkan data kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus:

$$\sigma_p = \frac{3Pc}{bd^2}$$

Dimana :

σ_p = kuat lentur benda uji berbentuk balok (kPa)

P = besar beban saat pecah (kN)

D = diameter benda uji berbentuk silinder (m)

d = tebal rata-rata balok (m)

b = lebar rata-rata balok (m)

L = jarak antara kedua tumpuan (m)